

Teaduse kvaliteedist ja innovatsioonist

Mart Saarma, akadeemik, Helsingi Ülikooli Biotehnoloogia Instituut ja Eesti Teaduste Akadeemia

Arenenud riikidele on iseloomulikud pikaajalised teadlikud investeeringud haridusse, teadusse ja innovatsiooni ning teaduse ja tööstuse tihe koostöö.

Haridusel, teadusel, tehnoloogial ja innovatsioonil on olnud määrav osa ühiskonna arengus. Teadust käsitledes pean silmas teadust üldse, s.t nii fundamentaal/alusuuringuid kui ka rakendusüringuid, nii loodusteadusi kui ka humanitaarteadusi, kuid oma eriala arvestades on mu vaatenurk kindlasti enam loodusteaduslik. Tehnoloogia ja innovatsiooni puhul üritan teha selget vahet nn tavaliste ja radikaalsete innovatsioonide vahel. Viimaste korral on teadustulemuste tee laboratooriumist müüdava tooteni lühike ja parimatel juhtudel on radikaalne teaduslik avastus ühtlasi ka radikaalne innovatsioon, mida saab vahetult rakendada.

Võib liialdamata väita, et tänapäeval sõltub inimeste ja keskkonna heaolu otseselt teadusest ja innovatsioonist. Tulevikus hakkab inimeste heaolu veelgi enam sõltuma hariduse, teaduse ja tehnoloogia arendamisest ning nende tulemuste efektiivsest elluviimisest. Euroopa ja muu maailma kiirelt arenenud ja edukatele tööstusriikidele, näiteks Rootsile, Šveitsile, Saksamaale, Soomele ja Taanile, on iseloomulikud pikaajalised teadlikud investeeringud haridusse, teadusse ja innovatsiooni ning teaduse ja tööstuse tihe koostöö. Paljud riigid on olnud edukad tänu sellele, et nad on alguses panustanud teiste maade teadussaavutuste rakendamisse ja sellel baasil hiljem arendanud juba oma originaalset teadust ja innovatsiooni. Sellised maad on näiteks Jaapan ja Lõuna-Korea. Mõningatel juhtudel on riigid arenenud kiiresti tänu sellele, et on leitud väga olulised loodusvarad (nt Lähis-Ida naftariigid).

Eesti on taasiseseisvumise järel olnud objektiivselt mõõdetavate parameetrite järgi silmapaistvalt edukas teaduse arendamisel. Loodud on head eeldused tehnoloogilisteks läbimurreteks ja uute innovatsioonide sünniks. Ühiskond ja tema juhid on teadvustanud, et ilma hariduse, teaduse ja innovatsioonita on raske ette kujutada edukat Eestit. Tee on aga olnud okkaline ja tulemused uute innovatsioonide ning kõrgtehnoloogilise tööstuse loomisel on jäänud mõnevõrra tagasihoidlikumaks, kui oleme lootnud. Oma rolli on siin mänginud muude Eestile elutähtsate prioriteetide toetamine ja osalt ka vähemalt kahel korral Eestit raputanud majanduskriisid.

Teadmisi ja oskusi on Eestis alati hinnatud. Tartu ülikoolil on ajaloost ette näidata suurepäraseid teadussaavutused. Juba rohkem kui sada aastat tagasi ütles Jakob Hurt: „Kui me ei saa suureks arvult, saagem suureks vaimult!” See mõte on endiselt aktuaalne ka tänapäeval. Eesti väiksust, geograafilist asendit ja loodusvarade nappust arvestades on selge, et Eesti tulevik sõltub otseselt hariduse, teaduse, innovatsiooni ja kõrgtehnoloogilise tööstuse arengust. Kuna inimajud on Eesti kõige tähtsam loodusvara, peab Eesti keskenduma tarkade ja osavate inimeste koolitamisele, edutamisele ja efektiivsele kasutamisele.

Suur osa maailma teadusest sünnib akadeemilistes ülikoolides

Hinnates teadust näiteks saadud Nobeli preemiade põhjal, on selge, et lõviosa maailma tippteadusest luuakse ülikoolides. Pilt on teistsugune, kui käsitleme rakendusteadusi ja uute tehnoloogiate sünni. Siin on jame ots tehnoloogiaülikoolidel ja juhtivatel firmadel. Mõned tööstusriigid, näiteks Iisrael, Rootsi ja Soome, kasutavad teadus- ja

arendustegevuseks peaaegu neli protsenti sisemajanduse kogutoodangust (SKT). Enamikus juhtivates tööstusmaades on see 2,0–3 protsenti, USA-s 2,8 ja Inglismaal ligikaudu 1,9 protsenti SKT-st. Kui Rootsi on juba pikka aega kulutanud teadus- ja arendustegevuseks märkimisväärseid summasid, siis Soomes kulutati 1980. aastal vaid üks protsent SKT-st, 1990. aastal 2 protsenti, aga praegu juba peaaegu 4 protsenti. Seega on Soomes olnud areng viimase 30 aasta jooksul väga kiire. Eestis on 2011. aastal esitatud andmetel teadus- ja arendustegevuse kulutused tõusnud 1,62 protsendi tasemele SKT-st. Seega on Eestis areng olnud peaaegu sama kiire kui nimetatud perioodil Soomes, aga pikk tee on veel ees. Mõningate ekspertide arvates peaks teadus- ja arendustegevusele minevaid summasid märkimisväärselt suurendama. Aastal 2025 võiks see edukamate riikide puhul olla 5–6 protsenti SKT-st.

Vähem arenenud riikides eraldatakse teadus- ja arendustegevuseks raha peaaegu eranditult riigieelarvest. Tööstuse arenedes kasvab ka tööstuse poolt finantseeritav osa, nii et arenenud riikides finantseerivad riik ja tööstus teadus- ja arendustegevust enam-vähem võrdselt. Samamoodi on ka Eestis, kus ettevõtlus finantseerib teadus- ja arendustegevust 0,82 protsenti SKT-st. Mõnes riigis, kus kõrgtööstus on hästi arenenud, võib tööstuse osakaal teadus- ja arendustegevuses moodustada isegi 70–75 protsenti. Rahvusvaheline kogemus näitab, et optimaalne võiks olla suhe, kus tööstuselt tuleb 2/3 ja riigilt 1/3 teaduskulutustest.

Nagu eespool tõdesin, sünnib suur osa maailma tippteadusest ülikoolides. Tehnikaülikoolidel on keskne roll uute tehnoloogiate ja innovatsiooni arendamisel. On selge, et tänapäeval ja tulevikus sõltub ülikoolide arendamisest ka teaduse ja innovatsiooni areng. Tänapäeva teadus on kiiresti muutunud rahamaailma huviobjektiks. Väga paljud teaduslikud tulemused on vahetult rakendatavad tootmises. Võib isegi väita, et paljud läbimurdelised teadustulemused kannavad küljes hinnasilti. Näiteks avastasime aastal 2007 uue närvikasvufaktori CDNF ja leidsime, et sellel valgul on võime peatada teatud närvirakkude kängumist ja surma Parkinsoni tõve loomamudelitel. Avaldasime need tulemused 2007. aastal ajakirjas Nature. Tänapäeval on tavaline, et elektroonsel kujul on teadusartikkel kättesaadav mitu nädalat või isegi kuud enne ajakirja trükis ilmumist. Juba järgmisel päeval pärast elektroonse variandi avaldamist võtsid meiega ühendust mitmed juhtivad farmaatsiafirmad. Ajakirja ilmumise järel tundis igasuguste meiepoolsete sammudeta üle kümne firma huvi meie tulemuste vastu ja kolm firmat tegid konkreetse rahalise pakkumise tulemuste litsentseerimiseks. See on näide selle kohta, et tänapäeval on paljud avastused vahetu kaubandusliku väärtusega. Kuid peab nentima, et selliseid kontakte firmadega alati siiski ei sünni, isegi kui artikkel on teaduslikult tugev. Kindlasti peavad teadlased ja ülikoolid ka ise aktiivsed olema ja tulemusi tööstusele pakkuma.

Oluline on õppetöö liitumine teadustööga

Mõeldes ülikoolide kasvavale osale ühiskonnas, tuleks rõhutada mitmeid asjaolusid. Väga oluline on õppetöö liitumine teadustööga, erialade valik ja spetsialiseerumine. Tähtsa osa ülikooli õpetusest peab moodustama kraadiõpe, eriti doktoriõpe. Kogemused näitavad, et teadlaste arengu seisukohalt on väga tähtis ka järeldoktoriõpe.

Tänapäeval on maailma ülikoolide omavaheline võrdlemine ja vastavate juhtivate ülikoolide edetabelite koostamine väga populaarne. Menukamad on näiteks Shanghai Jai Tongi ülikooli edetabel ja Inglismaal ilmuva haridusajakirja Times Higher Education edetabel. Peaaegu kõikide edetabelite tipus on Harvardi ülikool, Massachusettsi Tehnoloogiainstituut (MIT), Stanfordin ülikool, Cambridge'i ülikool ja Oxfordi ülikool. Esimese 50 juhtiva ülikooli seas ongi valdavalt USA ülikoolid ja Euroopast peamiselt

Inglismaa ülikoolid. Esimese 100 hulka pääsevad ka juba paljud muud Euroopa ja Aasia ülikoolid. Kõigi nende ülikoolide ühine nimetaja on kõrgetasemeline teadustöö, mis on liidetud kõrgetasemelise õpetusega. Peaaegu kõik juhtivad tehnoloogiaülikoolid hangivad märkimisväärse osa rahast tööstuslepingute ja litsentside müügi kaudu. Kõrgetasemeline teadustöö tagatakse sellisel viisil, et professorikohtadele valitakse vastava eriala maailma juhtivad spetsialistid. Tavaliselt ei ole otsustav ainult palk, vaid pigem teadus- ja õppetöös loodud suurepärased tingimused. Väga tähtsaks peetakse ka nn kriitilist massi asjaomases ülikoolis, mis tähendab eelkõige seda, et seal töötab mitu rahvusvahelisse tippu kuuluvat professorit, kellega saab koostööd teha. Selliste ülikoolide kasvandikud on harilikult edukad ka pärast ülikooli lõpetamist. Juhtivad ülikoolid ja tööstus võistlevad omavahel, et neid endale tööle saada. On selge, et sellise edu taga on kindel filosoofia: panustatakse teaduse ja õpetamise kõrgesse kvaliteeti. Paljud ülikoolid, parima näitena Stanford, on väikesed ja keskendunud ainult teatud erialade õpetamisele. Stockholmis paiknev Karolinska Instituudi nime all toimiv, ainult arstiteadusele pühendunud ülikool on samuti maailma juhtivaid ülikoole. Nende näidete põhjal võib järeldada, et ülikoolide edu pandiks on ka keskendumine erialadele, kus ollakse kõrgel tasemel ning eriti tehnoloogiaülikoolide puhul innovatsioonide loomine ja tihe koostöö tööstusega.

Eestis on Tartu ülikool ja Tallinna Tehnikaülikool olnud edukad, aga maailma juhtivate ülikoolide hulka neid praegu ei loeta. Milles on küsimus? Veel 19. sajandil kuulus Tartu ülikool kindlasti nende hulka. Tookordse edu pandiks oli professorite rahvusvaheline taust, noorte professorite julge edutamise, teadustöö toetamine ja vabameelne rahvusvaheline õhkkond. Lisaks sellele toetati loodusteaduslikke ja meditsiinilisi uuringuid ning hangiti kallist teadusaparatuuri. Tundub, et Eestis üritatakse praegu õpetada liiga paljudel erialadel, ka sellistel, kus tegelikku teaduslikku kompetentsi piisavalt ei ole. Euroopa Liitu kuuluva Eesti ülikoolide professorid peaksid vastama ka teatud Euroopa professorite kriteeriumitele. Põhiline kriteerium peab olema aktiivne teadustöö, mis tähendab seda, et professor avaldab regulaarselt töid tähtsaimates teadusajakirjades ja tema töid tsiteeritakse. Kuna professori väga oluline roll ülikoolis on magistrantide, doktorantide ja järel doktorite juhendamine, peab professoriks kandideeriv ja valitav inimene olema juhendanud doktorante ning olema oma eriala tähelepanuväärne spetsialist. Kellelgi ei tuleks ju pähe anda kirurgi paberid inimesele, kes mitte kunagi pole ühtki lõikust teinud. Paraku on professoriks tihti valitud inimesi, kes pole kunagi juhendanud doktorante ja kellel puudub korralik teaduspublikatsioonide pagas.

Üks eesmärke Eesti liitumisel Euroopa Liiduga oli osalemine Euroopa tööjaotuses. Kõrghariduse ja teaduse seisukohalt peaks see tähendama seda, et me ei pea õpetama spetsialiste kõikidel erialadel, vaid koolitame osa Eesti spetsialiste teistes silmapaistvates Euroopa ülikoolides. Ilmselt on odavam toetada neid inimesi stipendiumiga, kui anda keskpärast või lausa kehva õpetust kohapeal. Kõigile tundub täiesti loomulik, et riide- või autopoodi minnes me ei nõustu ebakvaliteetse toodanguga. Hariduses, eriti kõrghariduses, ja osalt ka teaduses oleme aga millegipärast kvaliteedi suhtes vähem nõudlikud. Nii ei tohiks olla, sest pikaajalise edu pant on eelkõige hariduse, teaduse ja innovatsioonide kvaliteet.

Teadusõppe versta postid on doktoriõpe ja järel doktoriõpe

Rahvusvaheliselt tuntakse mitmeid doktorikraade: *Licenciate*, PhD (*Doctor philosophiae*), *Doctor habilitatus* jt, Euroopas on levinuim PhD kraad. Doktorikraadi nõuded on eri maades formaalselt erinevad, aga kõikide puhul on ühiseks nimetajaks soov anda kraaditaotlejale iseseisva teadusliku uurimistöö läbiviimise võime. Mõnes silmapaistvas USA ülikoolis on võimalik saada doktorikraad, avaldades ainult ühe teadustöö ja

erandjuhul ilma ühegi publikatsioonita. Väga erinevad on selles suhtes Skandinaavia ülikoolid, kus veel paar aastat tagasi nõuti mõningatel juhtudel 4–5 eelretsenseeritud artikli avaldamist, erandkorras pidi dissertant olema isegi ühe artikli ainuautor. Eesti on teinud enamikul juhtudel väga mõistliku otsuse, nõudes dissertantidelt 2–3 vastavat teemat käsitlevat artiklit. Pinnapealselt USA ülikoolide nõudeid vaadates tundub, et need on lõdvad. Tegelikult see nii ei ole. Näiteks Yale'i või Columbia ülikoolis on ühe artikliga väitekirja puhul artikkel avaldatud teaduse tippajakirjas ja dissertant on selle esimene ja juhtautor. Ilma artikliteta väitekirjade puhul on tegemist olnud juhtumitega, kus doktorandil on olnud hüpotees, mis katsete järel osutus vääraks. Doktorant oli teinud märkimisväärse hulga originaalset teadustööd. Tundub mõistlikuna, et ka Eestis peaks olema võimalik kaitsta doktorikraadi mõningal juhul 1–2 avaldatud artikli põhjal. Loomulikult peaksid need tööd olema avaldatud tippajakirjades ja doktorant olema esimene autor. Samas peab doktorandil olema vastavas töös ka sisult keskne osa. Skandinaavia kogemuse põhjal võime öelda, et doktorantidelt 4 või 5 artiklit nõudes vahetatakse kvaliteet kvantiteedi vastu ning innovaatilise, läbimurdelise teaduse asemel saame keskpärase ja halli argiteaduse. Eestil tasuks eeskujuna võtta USA juhtivatelt ülikoolidelt ja toetada eelkõige innovaatilist, riskil põhinevat teadust.

Doktorantide koolitamise strateegia Euroopas ja USA-s on erinev

Kuni viimase ajani oli Euroopa ja USA/Inglismaa ülikoolide suurim erinevus strateegia doktorantide koolitamisel. USA-s said ja saavad kõik doktorandid koolituse doktorikoolides (*graduate schools*), kuhu on väga suur konkurents ja kuhu pääsevad ainult parimatest parimad. Ei tehta vahet oma maa ja välismaiste kandidaatide vahel, vastu võetakse kõige paremad kandidaadid. Doktorandid saavad korraliku teoreetilise ettevalmistuse, osalevad praktilistel kursustel ning töötavad esimese aasta sama ülikooli mitmes laboratooriumis. Viimane annab võimaluse tutvuda erinevate inimeste, erialade ja teaduse tegemise viisidega.

Enamikus Euroopa ülikoolides valmivad tänini väitekirjad professorite juhendamisel, mitte doktorikoolides, ning väitekirja pääseb tegema praktiliselt igaüks. Harilikult ei suuda üksikud professorid doktorikoolidega võrreldes pakkuda piisavalt mitmekülgset ja kvaliteetset õppeprogrammi. Tundub paradoksaalne, et kõrgemasse teadusõppesse pääseb igasuguse konkurentsita, kui samal ajal isegi lasteaeda saab konkursiga. Formaalselt keerulised nõuded ja tihtipeale keskpäraste doktorantide valik viisid selleni, et enamikus Euroopa maades olid väitekirjad teaduslikult kehvema tasemega kui USA-s ning väitekirju kaitsti, eriti Skandinaavias, keskmiselt 33–34-aastaselt. USA-s ja Inglismaal kaitsti väitekirju vähemalt 5 aastat varem ja 33–34-aastaselt olid dissertandid läbinud juba järeldoktori õppe ning alustanud iseseisva uurimisrühma juhina. Viimase 10–15 aasta jooksul on mitmed Euroopa maad võtnud üle doktorikoolide süsteemi, tavaliselt seda oma maa traditsioonidele ja oludele kohandades. Näiteks loodi Soomes 15 aasta jooksul pea-aegu 70 doktorikooli, kus õpilaste hulk varieerus viiest viiekümneni. Paljud doktorikoolid olid virtuaalsed. Samal ajal jätkub doktoriõpe ka väljaspool doktorikoole. Praegu seda süsteemi radikaalselt muudetakse, luues suuri doktorikoole. Näiteks 40 000 üliõpilase ja umbes 2500 doktorandiga Helsingi ülikool planeerib vaid 4–5 doktorikooli avamist; neli teaduskonda (arsti-, bioloogia-, veterinaaria- ja farmaatsiateaduskond) planeerivad asutada ühe ühise biomeditsiinilise doktorikooli. Kaalutakse, kas mitte liita sellesse doktorikooli ka Aalto Tehnoloogiaülikool. Ilmselt on ka Eestis mõistlik võtta kasutusele USA doktorikoolide omaga sarnane süsteem.

Kokkuvõttes võib öelda, et doktoritööd tegema peavad pääsema parimatest parimad ja doktorikoolidesse peaks olema tugev konkurents. Doktorikraadiga inimeste hulk ühiskonnas korreleerub hästi riigi tehnoloogilise, eriti kõrgtehnoloogilise

arengutasemega. Teadus vajab teaduse juhte, laboratooriumite juhte, rühmajuhte, professoreid, kellel nii akadeemilises maailmas kui ka tööstuses peaks olema doktorikraad. Samal ajal vajab teadus ka kõrgesti koolitatud inimesi, kes tunnevad tehnoloogiaid, aparate jms, kellela ühiskonnaelu edasi ei arene. Neil ei pea ilmtingimata olema doktorikraad. Ühiskond peab õppima ka selliseid kõrgesti koolitatud inimesi (oskusteadlasi) hindama ning nende panust vastavalt kompenseerima. Infrastruktuuri ja teadusaparatuuri keerulisemaks muutumisel on oskusteadlastel väga tähtis roll.

Järeldoktori periood on aeg, kus terad eralduvad sõkaldest

Johtuvalt erinevast strateegiast doktorantide koolitamisel oli pikka aega USA/Inglismaa ja enamiku Euroopa riikide teaduse teine oluline erinevus järeldoktorite süsteem. Suure osa teadustööst USA-s ja Inglismaal on teinud ja teevad järeldoktorid, s.t inimesed, kes pärast väitekirja kaitsmist on suundunud teise riiki, uude keskkonda, et 3–4 aasta jooksul ennast oma erialal täiendada. Järeldoktori periood on teadusliku iseseisvumise seisukohalt kriitilise tähtsusega. Välismaal uues kohas ollakse olukorras, mida varem pole kogetud. Juhendajaga arutatakse läbi ainult järeldoktori perioodi plaan, juhendaja eeldab järeldoktorilt teaduslikku iseseisvust, omi ideid. Tihti juhtub, et järeldoktor vestleb juhendajaga järgmine kord alles kuue kuu pärast. Järeldoktori periood on aeg, kus terad eralduvad sõkaldest. Inimesed, kellel on omad ideed ja kes on teaduslikult iseseisvad, löövad harilikult läbi. Saadakse esimesed tuleristsed ka nooremate teaduslikul juhendamisel. On täiesti loomulik, et edukatelt järeldoktoritelt käivad nõu küsimas doktorandid. Juhtisin peaaegu kakskümmend aastat Helsingi Ülikooli Biotehnoloogia Instituuti, kus töötab üle 300 inimese ja ligikaudu 30 uurimisrühma. Uurimisrühmade juhid valitakse rahvusvahelise konkursi korras ja nendega tehakse leping viieks aastaks. Enne viieaastase perioodi lõppu hindab rühmajuhhi ja rühma teaduslikku tööd rahvusvaheline nõuandev komisjon (*Scientific Advisory Board, SAB*), kes annab soovitusi, kas lepingut jätkata või mitte. Kahekümne aasta jooksul lahkus instituudist üle 40 rühmajuhhi. Suurem osa neist seetõttu, et said püsiva professuuri või tõusid ametiredelil. Ligi viieteistkümmel juhul rühmajuhataja aga lahkus, sest SAB ei soovitanud lepingu jätkamist. On märkimisväärt, et SAB-i soovitatud rühmajuhitidest ainult üks ei olnud veetnud järeldoktori perioodi välismaal. Viieteistkümmest vähem edukast rühmajuhhist kaksteist ei olnud läbinud järeldoktori perioodi, vaid jätkanud samas rühmas, kus nad tegid oma väitekirja. Enamikus juhtivates ülikoolides ongi järeldoktori periood kohustuslik osa teaduskarjääris. Ilma selleta on väga raske saada iseseisva rühmajuhhi või professori kohta.

1980. aastate lõpus ja 1990. aastate alguses siirdus palju Eesti teadlasi tööle välismaa laboratooriumitesse. Suur osa neist on naasnud kodumaale ja rakendavad seal õpitud oskusi. Teadmata küll ametlikku statistikat, jääb vähemalt oma eriala jälgides mulje, et tänapäeval Eestis ei soovitagi eriti välismaale järeldoktoriks minna. Pahatihti jäädakse pärast väitekirja kaitsmist samasse laboratooriumi edasi ja jätkatakse vana viisi. Nii jääb aga läbi käimata oluline teadusliku iseseisvumise periood. Ja mis veelgi tähtsam, ei õpita uusi meetodeid, lähenemisviise ega tutvuta uute teadussuundadega maailma juhtivates teaduslaboratooriumites. Jäävad loomata ka teaduses nii tähtsad isiklikud kontaktid. Pean väga oluliseks, et Eesti andekad noored veedaksid järeldoktori perioodi juhtivates maailma laboratooriumites ning naaseksid sealt kodumaale, tuues kaasa uusi uurimissuundi, meetodeid ja teaduskontakte. Järeldoktori periood peaks olema ka Eestis teadusliku karjääri oluline osa ning tähtis kriteerium teaduslikul ametiredelil edenemiseks.

Kvaliteedi kontroll tagab ametiredelil kiire edenemise

Noore teadlase eriala valikul mängivad tähtsat rolli eriala populaarsus, ülikooli lõpetamise järel töö leidmise võimalus, töötasu ja ka võimalus karjääris edeneda. Paljud noored teadlased loodavad, et pärast edukat väitekirja ja järeldoktori perioodi saavad nad rühmajuhiks ning seejärel professoriks. Mõnes riigis rakendatakse nn *tenure track* süsteemi, mille mõtte on eelkõige see, et kõrge kvaliteediga tööd tegevad teadlased-õppejõud võivad ametiredelil edeneda määratud korras ja kui nad on edukad, saavad professuuri. *Tenure track* süsteemis tagatakse rühmajuhile teatud perioodiks (näiteks viis aastat) finantseerimine, seejärel toimub rühma teaduslik hindamine. Hindamise edukalt läbinud rühmajuhid edenevad karjääriastmel, kehva hinde saanud rühmajuhtide tegevus teadusasutuses lõpetatakse. See süsteem tagab võimaluse järjepidevaks tööks ja ka selle, et teaduslikult edukad inimesed võivad edeneda ametiredelil kiiresti. USA ja Inglismaa teadus ning ülikoolid on ametlikes võrdlustes kõige edukamad, siit võib järeldada, et nende rakendatav *tenure track* süsteem on otstarbekohane. Mujal Euroopas hakatakse alles nüüd sellele süsteemile üle minema, kuid paljudes riikides edutatakse teadlasi endiselt kriteeriumite põhjal, mis ei ole alati korrelatsioonis nende teadus- ja õppetöö edukusega. *Tenure track* süsteemi suur eelis on ka see, et tagab teadus- ja õppetöö kvaliteedi jätkuva kontrolli. Küsimus on terav, eriti väikestes maades ja uutel erialadel. Ilmselt ei ole mõistlik olukord, kus äsja välismaalt naasnud noor spetsialist, kes on olnud järeldoktori perioodil edukas näiteks USA laboris ja avaldanud kõrgetasemelisi artikleid, valitakse kodumaal kohe professoriks, ilma et ta oleks läbi käinud *tenure track* süsteemi ja sellega kaasneva kvaliteedikontrolli. Veelgi enam, Euroopa praktika kohaselt valitakse inimene sellesse ametisse eluajaks. Noorel inimesel võib halvemal juhul puududa iseseisva teadustöö kogemus, doktorantide ja järeldoktorite juhendamisest rääkimata. Kui sellega kaasneb veel keeruline isiksus, võib niisugune isik osutuda vastavale teadusharule suureks takistuseks. *Tenure track* süsteem garanteerib, et kui mitte viie, siis vähemalt kümne aasta ebaeduka töö järel jääks inimene professori kohale edutamata.

Akadeemilise hierarhia tipus on professorid

Skandinaavias on professorid endiselt ühiskonna populaarsemate ametite edetabelite tipus. Mõningates maades teenivad tipp-professorid aastas miljon eurot ja isegi rohkem. Professori tähtsaim ülesanne on kõrgetasemelise teadus- ja õppetöö läbiviimine. Eriline vastutus lasub ülikooli professoritel, sest nende juhendamisel töötavad doktorandid ja järeldoktorid ning sünnivad uued avastused ja innovatsioonid. Professor on oma eriala liider. Paljude asjatundjate arvates põhineb USA ja Inglismaa ülikoolide edu eelkõige sellel, et nad suudavad palgata professoriteks vastava eriala maailma tippspetsialiste. Tõepoolest, vaadates ringi Oxfordi, Cambridge'i või Harvardi ülikoolis, märkame, et pooled professoritest on välismaalased. Euroopa teistes ülikoolides see harilikult nii ei ole. Teine väga oluline erinevus on teadushierarhia. Kui USA-s ja Inglismaal ülikoolide kateedrites või instituutides on kõik professorid enam-vähem sama pulga peal, siis muu Euroopa ülikoolides on kateedrijuhatajal-professoril / instituudi direktoril-professoril tavaliselt väga suur võim. On tõenäoline, et kümme suure iseseisvusega professorit suudavad luua rohkem originaalseid tulemusi ja innovatsioone kui kümme range kontrolli all toimivat professorit. Järelikult on professorite valimine ametisse ning nendele vabade ja demokraatlike töötingimuste loomine väga tähtis. USA-s ja Inglismaal valitakse professorid tavaliselt nii, et luuakse esmalt nn *search committee*. Selle eesmärk on kindlaks teha 5–10 inimese nimed, keda loetakse maailma vastava eriala juhtspetsialistideks. Seejärel valitakse 5–6 paremini sobivat kandidaati, kes kutsutakse pidama loengut ja kellega alustatakse läbirääkimisi. On tähtis, et selle strateegia puhul pöördub tippspetsialistide poole ja teeb neile pakkumise ülikool. Skandinaavia ülikoolides kuulutatakse tavaliselt välja vakantne professorikoht, defineeritakse eriala ning

oodatakse, et inimesed seda kohta taotleksid. Ülikoolid on ise passiivsed ja jäävad ootama teadlaste aktiivsust. Tulemused näitavad, et enamik taotlusi tuleb kohalikest inimestest ja väga harva on taotlejate hulgas juhtivaid välismaa inimesi. Mõlemal juhul palutakse juhtkandidaatide kohta kirjalik hinnang 3–4 välismaa tippspetsialistilt. Isegi kui ülikool leiab, et kandidaat on suurepärase, aga tippspetsialistid teda ei toeta, jääb kandidaat kohale määramata. Skandinaavias esitatakse rahvusvahelistele ekspertidele tavaliselt kaks olulist küsimust. Esiteks, kas kandidaat on pädev vastavale erialale professoriks. Pädevuse all mõeldakse seda, kas inimene on juhendanud doktorikraadi kaitsnud noori teadlasi, avaldanud töid heades teadusajakirjades ja edukalt ette valmistanud magistreid. Rakendusliku loomusega erialadel on väga olulised ka patendid, litsentsid ja lepingud tööstusega. Kui eksperdid ei pea kandidaati pädevaks, pole tal lootust professori kohta saada. Teiseks palutakse eksperdil panna taotlejad pingeritta ning põhjendada, kes kandidaatidest on kõige sobivam vastava eriala professoriks. Seega otsib USA ja Inglismaa süsteem aktiivselt parimaid kandidaate, mille tulemusel suudetakse palgata parimad spetsialistid maailmas. Skandinaavia süsteem on passiivne ja aeglane ning lõppkokkuvõttes võimaldab palgata eelkõige kohalikke spetsialiste. Taanis ja Soomes on viimaste aastate jooksul tehtud professorite valikuprotseduurides muudatusi, kombineerides USA ja Inglismaa süsteemi eeliseid Skandinaavia demokraatiaga.

Eestis on taasiseseisvuse ajal valitud palju professoreid, aga paraku jääb mulje, et märkimis-väärne osa neist ei vasta professori kõrgetele nõudmistele. Kasutatakse väliseksperthe, aga tavaliselt ainult ühte. Aktiivset ametisse kutsumist, nagu USA-s või Inglismaal, rakendatakse väga harva. Tundub, et professoriteks on nimetatud liiga palju inimesi, kes tegelikult oma ettevalmistuselt vastavad lektori või vanemõpetaja tasemele, ning professori institutsioon ja ameti populaarsus on seetõttu kannatada saanud. Tunduks mõistlikuna, et professoriteks valitaks ainult sellised inimesed, kes tõepoolest nõutavad kriteeriumid täidavad. Neile peaks maksma ka korralikku palka, mis oleks ostuvõimelt võrreldav muu Euroopa palgatasemega. Sõjaeelses Eestis jälgis Tartu ülikool professorikohti täites kvaliteedinõudeid. Nii näiteks ei nimetatud kohe professoriteks Gustav Suitsu ja August Tammekanni, vaid nad saadeti kõigepealt väljaõppele välismaale. Vastava eriala professoriteks kutsuti pädevad inimesed välismaalt. Et tagada kõrgetasemeline teadus- ja õppetöö, eriti nendel erialadel, mis Eestile on vajalikud ning kus omad tippspetsialistid puuduvad, tuleks ka praegu kutsuda ametisse välismaa tippspetsialiste neile korralikku palka makstes. Selline investeerimine on pikemas perspektiivis kindlasti tasuv.

Eelretsenseerimine kui teaduse hindamise nurgakivi

Teaduse hindamine on sama vana kui teadus ise. Aja jooksul on teadlaste ja teadustööde hindajate arv tohutult kasvanud. Eelretsenseerimine (*peer review*) on ka tänapäeval teaduse hindamise nurgakivi. Artiklite käsikirjad saadetakse ajakirjade toimetustesse, kus neile määratakse kaks kuni neli anonüümset retsensenti, vastava eriala tippspetsialisti. Retsensendid annavad tööle hinnangu ja teevad toimetajale ettepaneku, kas käsikiri tagasi lükata, autorile muudatuste tegemiseks tagasi saata või vastu võtta. Loodusteadustes lükatakse suur osa toimetustesse saadetud käsikirjadest tagasi ja väga väike arv artikleid avaldatakse ilma muudatusteta. Olen ise avaldanud üle 150 artikli rahvusvahelistes eelretsenseeritavates ajakirjades ning ainult kahel korral on mul õnnestunud avaldada artikkel ilma muudatusteta. Loodusteaduslikud tippajakirjad (*Nature*, *Science* jt) saadavad tagasi enamiku käsikirjadest ning suuremas osas avaldamisele minevatest artiklitest on tehtud retsensentide soovitude kohaselt olulisel määral lisatööd. Teadusajakirjade mõjufaktorite (*impact factor*) ja artiklite/autorite tsiteeritavuse ning h-indeksi (näiteks h-indeks 10 näitab, et vastava teadlase kümmet tööd on igaüks tsiteeritud vähemalt 10 korda) arvestamine on muutunud nüüdisteaduses igapäevaseks. Mida parem on artikkel,

seda rohkem loevad seda sama eriala inimesed ja viitavad sellele ka oma töödes. On selge, et mõjufaktor, tsiteerimiste arv ja h-indeks kui objektiivsed näitajad on teadlaste, aga ka uurimisrühmade hindamisel keskse tähtsusega. Loomulikult ei ole need ainukesed näitajad, seetõttu tuleb hindamisel tutvuda tööga ka sisuliselt. Kindlasti tuleb teha selget vahet töödel, millel on vähe ja millel sadu, isegi tuhandeid autoreid. Viimaste tööde autorite hindamisel tuleb selgitada, milline on nende osa töös. Teaduse ajaloost võib tuua hulgaliselt näiteid, kus suured ja põhimõttelised avastused, näiteks rakupinna ioonkanalite avastamine, haigusi tekitavate nn prioonvalkude avastamine või maohaavandit põhjustava helicobakteri identifitseerimine haigustekitajana, avaldati pärast mitmeaastast visa kemplemist ajakirjade ja nende retsensentidega. Tundub, et tänapäeval teadustööde hindamisel kohati juba liialdatakse tsitaatide, h-indeksite ja mõjuteguritega ning töö sisuline hindamine jääb vahel tagaplaanile.

Teatud kohmakusest hoolimata on eelretsenseerimine siiski osutunud toimivaks ja tõenäoliselt kõige efektiivsemaks teadustulemuste hindamise viisiks. Teaduse avatud süsteem, kus sama ala teadlased üritavad avaldatud tulemusi oma laboratooriumites korrata, tagab ka selle, et väärad tulemused avastatakse ruttu. Viimastel aastatel ongi sagenenud teadustulemuste võltsimise juhtumid. Kuna teadlaste edenemine ametiredelil sõltub suuresti avaldatud tööde mõjufaktoritest, on sagenenud tulemuste võltsimise juhud, et käsikirja tippajakirja sisse saada. Tänapäeva digitaalprogrammid võimaldavad küll tulemustega manipuleerida, aga absoluutselt kõik selliseid „märkimisväärseid tulemusi” avaldanud võltsijad jäävad varem või hiljem vahele. Paljud ajakirjad kasutavadki elektroonilisi süsteeme, et avaldatud tekste võrrelda ja nii tekstiplagiaate kinni püüda. Mitmed ajakirjad on hakanud nõudma algandmete esitamist. Selle mõte on eelkõige anda teadusühiskonnale sinu andmeid tutvumiseks ja ka kasutamiseks. Samas seab see tõsise barjääri andmete võltsijate tee. Noortele inimestele võib soovitada loobumist igasugusest tulemustega manipuleerimisest, sest sellega jäädakse alati vahele, mis tähendab kogu teadusliku karjääri järsku lõppu.

Sõltumatud rahvusvahelised hindamiskomisjonid

Artiklite retsenseerimisele lisaks hinnatakse teadlasi ka siis, kui nad taotleavad raha uuteks teadusprojektideks. Sellistel juhtudel hinnatakse neid eelkõige tehtud töö ja esitatud tööplaanide põhjal. Üksikteadlasi hindavad erinevate ametipostide täitmisel kohalikud või rahvusvahelised komisjonid ja see on ametiredelil edenemise vundamendiks (eespool *tenure track* ja professuuride täitmine). Levinud on ka uurimisrühmade, laboratooriumite, kateedrite/instituutide, ülikoolide, aga ka terviklike teadusharude hindamised.

Väga paljudes juhtivates teadusasutustes ja ülikoolides hinnatakse uurimisrühmi ja kateedreid/instituute regulaarselt. Moodustatakse sõltumatud rahvusvahelised hindamiskomisjonid nagu *Scientific Advisory Board*, *International Advisory Board* jmt, kuhu kuuluvad instituudi/kateedri tööprofiilile vastavad spetsialistid juhtivatest rahvusvahelistest teadusasutustest. Komisjonide valimisel peetakse rangelt kinni teaduseetika nõuetest, mis lubavad hindajateks ainult teadlasi, kellega retsenseeritavatel pole tihedaid teaduslikke või muid ametialaseid kontakte. Helsingi Ülikooli Biotehnoloogia Instituut, mille direktorina aastatel 1990–2008 töötasin, kasutas uurimisrühmade juhtide, teadusdirektorite ja direktori valimisel SAB-i abi. Kuna direktori, rühmajuhtide ja teadusdirektoritega sõlmis ülikool viieaastase lepingu, said nad kord iga viie aasta jooksul SAB-i hinnangu, mille põhjal otsustati, kas jätkata tööd instituudis või mitte. 18 aasta jooksul direktorina töötades võtsin alati väga tõsiselt SAB-i soovitusi ja püüdsin neid ka ellu viia. Vaid kahel juhul otsustasin toimida oma parema äranägemise järgi ning pikendasin rühmajuhtide lepingut järgmiseks viieks aastaks, kuigi SAB seda ei

soovitanud. Võin tagantjärele öelda, et tegin suure vea, sest viie aasta pärast uuel hindamisel kukkusid mõlemad rühmajuhid uuesti läbi. Sain SAB-lt väga suurt abi ka uute teadussuundade alustamisel, uute tehnoloogiate kasutuselevõtmisel, doktorikoolide töö korraldamisel jm. Olen ise töötanud ja töötan mitmetes rahvusvahelistes SAB-des, olles Heidelbergi Neuroteaduste Keskuse SAB-i esimees. Kogemus on näidanud, et enamikul juhtudel on SAB-i nõuanded ja kriitika erakordselt paikapidavad. Kahjuks mitmed instituudid ei ole eri põhjustel tahtnud või suutnud teha muudatusi, mida SAB soovitab. Enamikul juhtudel on selliste instituutide tase märgatavalt langenud.

Ka kogu ülikooli teadustöö ja sellega seotud kõrgema õpetuse hindamine ning eri teadussuundade omavaheline võrdlemine on muutunud tavaliseks nähtuseks. Helsingi ülikool hindab regulaarselt teaduskondades, kateedrites ja instituutides toimuvat teadus- ja õppetööd, kasutades kõrgetasemelisi rahvusvahelisi eksperte. Sama teevad Uppsala ülikool, mitmed Saksamaa ülikoolid jt. Inglismaal on *Research Assessment Exercise* põhiline viis, mille põhjal valitsus annab raha ülikoolide teadustööks. Helsingi ülikooli kogemuse põhjal võib öelda, et kogu ülikooli teadustöö hindamine on väga kasulik. Eriti siis, kui selle tulemusi võetakse arvesse nii, et need aitavad teaduse ja õppetöö taset parandada. Paraku peab nentima, et esimese ja teise teadusliku hindamise tulemused Helsingi ülikoolis jäid suurel määral arvesse võtmata. Nüüd on läbi viidud kolmas ja loodame, et olukord muutub. Jääb arusaamatuks, miks peaks ülikoolis jätkuma mingi eriala teadustöö või sellele põhinev õpetus, kui rahvusvahelised eksperdid on selle taseme kõlbmatuks hinnanud!

Objektiivse pildi annab kogu ülikooli / kogu teadusharu / riigi teadusolukorra regulaarne hindamine

Eestis on mõned kateedrid ja instituudid aastaid kasutanud rahvusvahelist hindamist, aga üldiseks tavaks see minu meelest veel muutunud ei ole. Kogu ülikooli regulaarset hindamist tasuks kindlasti soovitada. See annab hea ja objektiivse pildi, millised on meie tugevad ja millised nõrgad suunad, milliseid peaks tugevdama ja milliseid kokku tõmbama.

Soome Akadeemia, mis on eelkõige teaduse finantseerimise ja teaduspoliitikaga tegelev organisatsioon, on regulaarselt hinnanud terveid teadusalasid, aga ka kogu riigi teadusolukorda tervikuna. Regulaarselt avaldatakse akadeemia sellekohaseid aruandeid ja eeldatakse, et poliitilised otsustajad võtavad neid arvesse. Kogu teadusharu hindamine on tegelikult väga tähtis. Soome moodsat tehnoloogiat, sealhulgas biotehnoloogiat, on kolmel korral tervikuna hinnatud ja enamikul juhtudel on rahvusvahelise komitee soovitusel ka ellu viidud. Tänu nendele meetmetele on Soomes tugevdatud struktuuribioloogiat, tüvirakkude ning regeneratiivse meditsiini alast uurimist. Ka neurobioloogia, bioinformaatika ja biomaterjalide suunad on saanud niisugustest hinnangutest lisatuge.

Kogu Eesti teadust hindasid taasiseseisvuse algusaastatel Rootsi Kuningliku Akadeemia eksperdid. Selles mastaapses ja tolle aja kohta väga keerulises protsessis suudeti hinnata eri teadusharusid, eri teadusasutusi ja ülikoole, ja mis veelgi üllatavam, suudeti anda objektiivseid hinnanguid ka üksikute töörühmade ja laboratooriumite kohta. Eesti analüüsis hindamise tulemusi, tegi neist tõsised järeldused ning viis suure osa soovitustest ka ellu. Usun, et sellel hindamisel oli suur osa selles, et Eesti teadus, erinevalt teistest endise Nõukogude Liidu liiduvabariikidest, liikus kiiresti Euroopa teadusruumi ja on sealjuures väga edukas. Tundub, et riigi teadusolukorra regulaarne hindamine tasub ka ära. Soome on seda teinud regulaarselt ja soovitusi on ka arvestatud. Üllataval kombel on aga viimase 5–7 aasta jooksul riigi kui terviku teaduse ja teadusorganisatsioonide kohta

antud soovitusel jäänud suures osas riiulile tolmuma. Soome teaduse olukord ongi ootuspäraselt kiiresti halvenenud.

Tippkeskustest ja tippteadlastest

Paljudes riikides on kasutusele võetud teadusliku töö arendamise ja rahastamise uus viis tippkeskuste näol, mis on väga oluline algatus tippteaduse arendamisel ja innovatsiooni sünnitamisel. Tippkeskused oma praeguses vormis tagavad mitmeaastase uurimistoetuse mitmetele uurimisrühmadele ja professoritele. Tippkeskusteks on eri riikides erinevad üksused: üksikud uurimisrühmad, uurimisrühmade konsortsiumid või isegi uurimisinstituudid. Kõige tavalisem tippkeskus Euroopa teaduses on kolmest kuni kümnest uurimisrühmast koosnev konsortsium. Selliste konsortsiumite loomisega üritatakse parandada teadusharude koostööd, luua nn kriitilist massi, tuues kokku eri meetodeid ja lähenemisviise kasutavaid rühmi suurte probleemide lahendamiseks. Tippkeskustesse valitakse akadeemiliste teadlaste hulgast ja harva liidetakse tippkeskustesse rakenduslikke laboreid või firmasid. Riigid finantseerivad tippkeskusi erinevalt. Toed konsortsiumitele on 0,5–10 miljoni euro vahel aastas. Tippkeskused on enamasti väga populaarsed ja konkurents neisse tugev. Soome on tippkeskusi valinud peaaegu kahekümne aasta jooksul ja kriitikast hoolimata on tippkeskused märkimisväärselt tõstnud Soome teaduse taset.

Eesti on samuti väga edukalt rakendanud teaduse tippkeskusi ja minu meelest suutnud arvesse võtta teiste maade kogemusi ning teinud juba paremini toimivad tippkeskused kui Soomes. On selge, et paljud teadusrühmad ei pääse tippkeskustesse, sest konkurents on kõva. Kui kinni pidada tippkeskuse tähtsajalisusest ja seada kõige tähtsamaks kriteeriumiks teaduse kvaliteet, võib kõhklemata öelda, et tippkeskused on ka tulevikus uute avastuste tähtsad generaatorid. Eestis tasuks kaaluda rakendusteaduste ja firmade tihedamat liitmist tippkeskustega, mis aitaks parandada akadeemilise maailma ja tööstuse koostööd.

Tippkeskuses jaotatakse tavaliselt uurimistoetused eri rühmade ja professorite vahel võrdselt. Teaduse ajaloost on aga selge, et radikaalsed ideed ja innovatsioonid sünnivad üksikute teadlaste (tippteadlaste) peas. Suured paradigmaatilised avastused sünnivad harva, aga nad viivad radikaalsetele innovatsioonidele, millel on vahetu mõju tööstusele ja selle kaudu inimeste heaolule. Just selliseid tippteadlasi üritavad palgata juhtivad USA ja Inglismaa ülikoolid. Eesti-suuruses riigis on niisuguseid teadlasi väga vähe, neid võidakse palgata välismaale ja Eesti võib nad kergesti kaotada. Seetõttu tuleb tippteadlaste eest erilist hoolt kanda. Neile tuleks luua parimad töötingimused, maksta korralikku palka ning toetada nende teadus- ja õppetegevust. Paljud riigid ongi üritanud luua tippteadlaste toetamise süsteeme. Saksamaal näiteks valitakse tippteadlased tavaliselt Max Plancki instituutide direktoriteks ja neile antakse avarad võimalused teadustöös. Süsteem töötab väga edukalt, sest Max Plancki instituutide teadlased on olnud Saksamaal kõige edukamad Nobeli preemiate saamisel ja uute innovatsioonide loomisel. USA-s otsest riiklikku süsteemi ei ole, aga Howard Hughesi Meditsiini Instituut (HHMI), mis tegelikult on biomeditsiinilist uurimist toetav erafond, valib tähtsajaliselt *HHMI investigator* uurijaid, kellele tagatakse viieks aastaks ideaalilähedased uurimistingimused ja korralik palk. On oluline, et Howard Hughesi süsteemis jätkavad need uurijad tööd oma koduülikoolis. Ka Skandinaavias on loodud eri süsteeme. Näiteks on Soomes väga hinnatud Soome Akadeemia professori koht, kuhu valitakse viieks aastaks eriala juhtspetsialist, kellele antakse ka korralik uurimistoetus. Erinevalt Saksa süsteemist, kus koht on eluaegne, annavad USA ja Soome süsteemid koha tähtsajaliselt. Tõsi, seda võib alati uuendada. Midagi sellist tasuks teha ka Eestis. Võiks alustada kümnekonna tipp-professori kohaga, valides need rahvusvaheliste ekspertide abil ja makstes neile märkimisväärselt uurimistoetust

ning palju paremat palka kui tavalistele professoritele. Ametikohad peaksid kindlasti olema tähtajalised.

Teadustulemuste rakendamisest ja uuest tööstusest

Levinud on väärkäsitlus, et alusuuringud on ainus vundament rakendusteadustele, s.t ainus tee tehnoloogia arendamiseks ja teadustulemuste turulejõudmiseks algab alusuuringutest, mis jätkuvad rakendusuuringutes. Paraku ei tööta see nn lineaarne innovatsioonimudel radikaalsete innovatsioonide puhul, kus alusteadus, rakendusteadus ja innovatsioon arenevad paralleelselt. Tihti, nagu näiteks monoklonaalsete antikehade, geenitehnoloogia jm avastamise puhul kanti alusteaduste tulemused väga kiiresti üle tööstusse, jättes vahele kogu rakendusteadusliku etapi.

Tihti avaldatakse ülikoolidele poliitilist survet, et saada neilt tehnoloogiaid ja oskusteavet, millest oleks otsest kasu tööstusele ja kogu ühiskonnale. Paraku ei peaks tööstus forsseerima ülikoolet tegelema rakendusteadustega. On väga suur risk toetada triviaalset uurimist, mida tehakse sageli moodsate loosungite all. Tihti arendatakse rakendusteadust, millel puudub selge äriidee ja mida naljatledes kutsutakse *non-applicable applied research* (rakenduskõlbmatu rakendusteadus). Põhiline teadmiste ja oskusteabe ülekanne ülikoolidelt tööstusele ja ühiskonnale peab toimuma nii, et ülikoolid valmistavad ette noori inimesi, kes suudavad lahendada keerulisi probleeme ning saavutada teaduslikke tulemusi, mis võimaldavad genereerida radikaalseid innovatsioone.

Ülikoolid peaksid olema uute ideede, kontseptsioonide ja meetodite põhiline taimelava. Progressiivne kõrgtehnoloogiline tööstus peaks tegema tihedat koostööd ülikoolidega, jagama ühiseid visioone ja nägema tulevikku samal viisil. Tööstuslik teadus- ja arendustegevus vajab mitmeid lähenemisi ja eriti kõrgtehnoloogilises tööstuses ka arusaamist tehnoloogiate taga olevatest põhiilmingutest. Just seal, tehnoloogiate aluseks olevate protsesside ja mehhanismide olemuse selgitamisel, peaksid ülikoolid ja kõrgtehnoloogiline tööstus omavahel koostööd tegema. Innovatsiooniks on mitmeid teid ja kindlasti üks tähtis tee on koostöö ülikoolide ja tööstuse vahel.

Eestis on selles valdkonnas olnud tänuväärne algatus EAS-i juhitud tehnoloogia arenduskeskuste programm. On tore, et kaheksast tehnoloogia arenduskeskusest on viis seotud biotehnoloogiaga. Ülikoolide, ettevõtete ja haiglate koostöövõimelisuse kasv tehnoloogia arenduskeskuste programmi abil on muljetavaldav. Üksiti on selle programmi abil märkimisväärselt suurendatud erasektori investeeringuid rakendusuuringutesse. On selge, et suurte kasumite teenimise aeg on alles ees. Tegelikelabimurreteni on võimalik jõuda ainult järjekindlate ja sihipäraste investeeringute toel. Peame harjuma mõttega, et kõrgtehnoloogiliste projektide puhul on suur risk ja osa neist ebaõnnestub, osa aga kindlasti õnnestub ja loob suuri väärtusi.

Biomeditsiinist ja sellega seonduvast tööstusest rääkides unustatakse pahatihti, et kõige olulisemaks äritegevuseks siin on haiglad. Uute innovaatiliste lahenduste toomine haiglatesse suurendab Eesti haiglate ekspordipotentsiaali, mis patsientide vaba liikumise tingimustes võib Eestile olla tulevikus väga olulise lisandväärtuse allikas. Seega ei saa me öelda, et meil ei ole biomeditsiini tööstust, pigem on küsimus liiga kitsastes määratlustes, mis selle tööstuse alla kuulub.

Eestis esimesed sammud astunud õiges suunas

Artikli alguses rõhutasin, et teaduse ja innovatsioonita on raske ette kujutada edukat Eestit. Taasiseseisvumise järel on Eesti riik suutnud kiiresti korrastada oma kõrghariduse

ja tõusta mitmetel aladel Euroopa teaduse tippu. Loodud on head plaanid ning alustatud sihipäraselt kõrgtehnoloogilise tootmise arendamist, stimuleerides eelkõige kõrgkoolides sündinud innovatsioone. On olnud arvamusi, et kõrgtööstuse areng on Eestis olnud aeglane ja selle majanduslik mõju tagasihoidlik. Analüüsides biotehnoloogia ja biomeditsiini olukorda, võime tõdeda, et vastav teadustöö tase Eestis on kaunis kõrge. Rõõmustavalt on Eesti teadlased loonud ka mitmeid biotehnoloogia ja biomeditsiini firmasid, millest mõned, näiteks Quattromed AS, Icosagen AS, Cambrex Tallinn, Kevelt, on olnud ka majanduslikult edukad. Kui võrdleme Eesti olukorda Soome või Rootsi, pole meil vaja häbeneda. Mõlemal maal võib ainult kahe käe sõrmedel üles lugeda bioala firmasid, mis „teevad korralikult raha”. Tuleb rõhutada, et erinevalt elektroonika ja informaatika kõrgtehnoloogilisest tööstusest, on bioalal tee laboratooriumist valmistooteni pikk, harilikult läheb selleks 5–10 aastat. Ravimite arendamine võtab veelgi rohkem aega ja nõuab ka märkimisväärsed investeeringuid. Kuna mitmed Eesti firmad on bioalal olnud edukad, võime öelda, et oskame bioalal äri teha. Vastava ala teadus on heal tasemel, tuleb anda firmadele piisavalt aega ja neid korralikult investeerida. Sellised edukad firmad nagu Genentech ja Amgen, kes toodavad biotehnoloogilisi ravimeid ja saavad iga aasta miljardites eurodes tulu, on alustanud tegevust 1970. aastatel ja neisse on investeeritud sadu miljoneid eurosid. Ka Nokia, mis veel hiljuti oli maailma edukamaid firmasid, teeks tänase päevani säärikuid ja kalosse, kui sinna poleks märkimisväärselt investeeritud, eriti USA investorite poolt. Loomulikult on tähtis teha õigeid valikuid ja finantseerida projekte, millel on edu. Paljudes valdkondades puudub Eestis kompetents õigete hinnangute tegemiseks, seetõttu peame tihti kaasama väliseksperthe. Väga oluline on saada Eestisse välismaiseid investeerijaid, kes laiendaksid ka kõrgtehnoloogiliste projektide hindamise kompetentsi.

Kokkuvõttes, oleme astunud esimesed sammud Eesti arendamisel edukaks heaoluriigiks. Tööd on ees väga palju, aga võetud suund on õige. Sama kurssi tasub hoida, siis saame ka vaimult suureks.

*Olen tänulik kolleegile, neurobioloog
PhD Urmas Arumäele, kes mind väga
palju selle käsikirja valmimisel aitas.*